

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-341985

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

H02P 6/12
H02K 29/00

~~B21~~ Application number : 11-147661

(22) Date of filing : 27.05.1999

(71)Applicant : HITACHI LTD

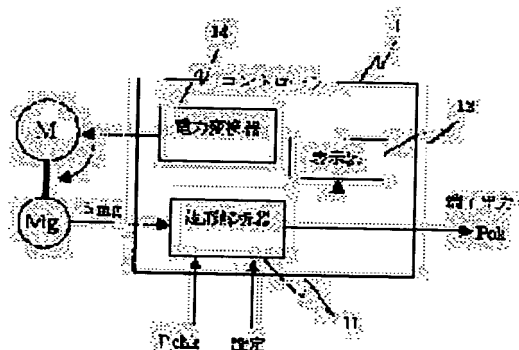
(72)Inventor : OHASHI TAKANORI
YANADA TETSUO
HORIKAWA HITOSHI
TAKADA HIDEYO

(B) MOTOR CONTROLLER PROVIDED WITH FAILURE DIAGNOSIS FUNCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a motor controller which easily enables failure determining of a motor magnetic pole position signal, without preparing a measuring apparatus in the outside, by using a controller.

SOLUTION: A waveform analyzer 11 of a magnetic pole position signal S_{mg} and a display 12 are prepared in a controller 1. A position number is displayed by using the magnetic position signal S_{mg}. By exciting a motor M with DC or driving the motor with a low frequency, the position number is automatically determined. By displaying the output voltage of a speed adjuster in the controller 1 with a display 12, or by determining the output voltage automatically, failure determination is made.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テ-マコード (参考)

H02P 6/12

H02P 6/00

331

W 5H019

H02K 29/00

H02K 29/00

Z 5H560

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平11-147661

(22) 出願日 平成11年5月27日(1999.5.27)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大橋 敬典

千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号

株式会社日立製作所産業機器グループ内

(72) 発明者 梁田 哲男

千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号

株式会社日立製作所産業機器グループ内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

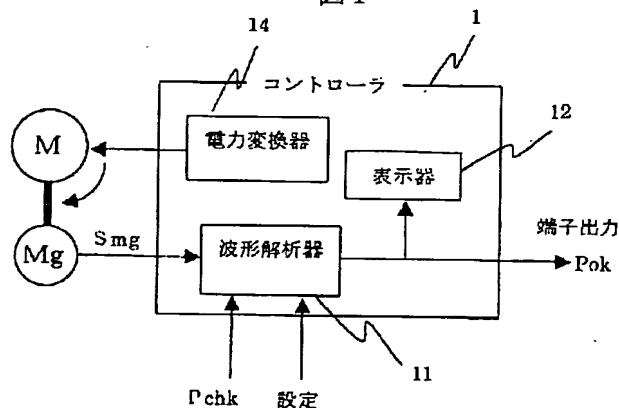
(54) 【発明の名称】 故障診断機能を備えたモータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 モータ、磁極位置信号の故障判定をコントローラで行うことで、外部に測定器を準備しなくても容易にできるようなモータ制御装置を提供することにある。

【解決手段】 本発明はコントローラ1内に磁極位置信号Smgの波形解析器11、表示器12を用意し、磁極位置信号Smgによる位置番号を表示したり、モータMを直流励磁、あるいは低周波駆動して位置番号を自動判断する。また、コントローラ1内の速度調節器13の出力電圧Vを表示器12で表示したり、自動的に出力電圧Vを判定することで故障判定する。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 モータと、前記モータの磁極位置を検出する位置検出回路と、前記位置検出回路の信号に基づいて前記モータを制御する制御回路を備えたモータ制御装置において、前記位置検出回路の信号に基づいて磁極位置に対応する番号を表示器で表示できるようにしたモータ制御装置。

【請求項 2】 モータと、前記モータの磁極位置を検出する位置検出回路と、前記位置検出回路の信号に基づいて前記モータを制御する制御回路を備えたモータ制御装置において、前記位置検出回路の信号を入力して正常、異常の故障判断を解析する波形解析回路を備え、該波形解析回路が解析した正常、異常の判断結果を出力するようにしたモータ制御装置。

【請求項 3】 前記請求項 1、2 記載のモータ制御装置において、外部からの入力端子、もしくはコントローラの設定で、故障判断モードを設定可能にしたモータ制御装置。

【請求項 4】 前記請求項 3 において、前記モータを直流励磁切替、あるいは低周波駆動する事で、段階的に前記モータを回転させ、磁極位置に対応する番号を確認することで故障判定するモータ制御装置。

【請求項 5】 モータと、前記モータの制御回路と、前記制御回路内に電圧調整回路を備えるモータ制御装置において、前記電圧調整回路の出力電圧を表示する表示器を有した故障診断機能を備えたモータ制御装置。

【請求項 6】 前記請求項 5 において、前記請求項 5 記載の表示器の代わりに制御回路内で故障判断して、正常、異常のどちらかを端子出力するようにした故障診断機能を備えたモータ制御装置。

【請求項 7】 前記請求項 5、6 において、入力端子、もしくは設定で、故障判断モードを設定可能にした故障診断機能を備えたモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は永久磁石形同期モータに係り、特にモータ駆動に位置信号が必要なモータの制御装置に利用することができる。

【0002】

【従来の技術】 永久磁石形同期モータは、その回転駆動のために永久磁石の回転位置を検知してその回転位置に応じて電動機に供給する電圧あるいは電流を制御し回転トルクを発生するようにしている。この永久磁石の回転位置を検知する信号が異常になると正常に永久磁石形同期モータを駆動できない。

【0003】 従来は図 2 に示すように永久磁石形同期モータ M に直結した磁極位置検出器 M g から出力される磁極位置信号 S m g の故障を判定する場合、信号チェック装置 9 0 が必要であった。信号チェック装置 9 0 は磁極位置信号 S m g を波形成形機 9 1 で受けて、これを信号

観測器 9 2 で観測し、モータ軸を回転し、正規の波形が出力され、この波形が異常であるかがチェックされる。このため、このチェックをするにはこのような装置が必要なため、一般ユーザでは難しく、故障時には原因判定が難しく、その調査に時間を要する。

【0004】 また、永久磁石を用いたモータでは減磁することがあり、この減磁を確認するには図 4 のようなチェック装置 9 1 でチェックしており、特別なチェック装置 9 1 を用意する必要がある。まず、調査対象の永久磁石形同期モータ M を外部駆動できるように外部駆動用モータ M 2 を直結し、永久磁石形同期モータ M の巻線間の誘起電圧を信号観測器 9 2 で観測し、回転数と波高値が規定範囲内にあるかで、確認する。観測される誘起電圧が規定範囲より小さくなっていることで減磁していることが確認される。しかし、一般ユーザがこのような装置を特別用意することは不可能で、特に機械に組み込むとかなり煩わしい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 前述のように磁極位置信号の異常や減磁の有無を調べるためには、従来、特別に異常をチェックするための測定器など用意しないとできなかった。また、確認のためには前述のようにかなりの時間を要していた。本願発明は従来のこの問題を解決し、第 1 に、磁極位置信号の異常チェックを簡単にできるようにし、第 2 に、減磁の有無を簡単に確認できるようにすることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 第 1 の目的のため、モータ M のコントローラ 1 の中に磁極位置信号 S m g の波形解析器 1 1 と表示器 1 2 を用意し、磁極信号 S m g に対する位置番号をこの表示器 1 2 に表示するようにする。そして、モータ軸をゆっくり手などで回転し、回転方向と位置番号を照合することで故障を判定できる。通常このような表示器 1 2 はコントローラ 1 1 には標準的に装備されているものを使用すれば良い。また、このよう故障判定するためのモードを入力端子 P c h k や設定で用意し、判定結果を表示器 1 や端子出力 P o k で出力できるようにしても良い。さらにコントローラ内の電力変換器 1 4 を用い、直流励磁や低周波駆動して、自動的に位置番号をチェックするようにしても良い。

【0007】 第 2 の目的のため、コントローラ 1 内にある速度調節器 1 3 などの電圧出力 V を表示器 1 2 で表示する。そして、モータ M の負荷をはずし、モータを駆動し、その時の電圧値と回転数の関係から減磁判定する。また、コントローラ 1 内に判定値と比較して端子出力 E o k するようにしても良い。また、この故障判定モードを設定もしくは端子入力 P c h k で行っても良い。

【0008】 前述のように故障判定機能をコントローラ 1 内に持たせれば、外部にチェック用の測定器などを用意しなくても良い。また、モータ、コントローラ組み合

わせのままチェックできるの短時間に確認できる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図1により説明する。ロータに永久磁石を用いた永久磁石形同期モータの場合、その駆動にはロータ位置を検出するための磁極位置信号 S_{mg} が必要であり、この信号が正常に出力しないと正常にモータ駆動できない。また、この信号の電圧レベルは低電圧回路から出力されるために、低電圧で且つノイズや接触不良に弱いなどデリケートであり、またコネクタ接続されるときに誤配線されるなどの問題もあり、モータが正常回転しないとき、この信号が異常となっている場合が多い。このため、この信号 S_{mg} の故障検出が一般ユーザで簡単にできないとメンテナンス性が悪いことになる。

【0010】この磁極位置検出器 M_g はモータに直結しており、この検出器 M_g から出力される磁極位置信号 S_{mg} の一例を図5に示す。この例では3相の永久磁石形同期モータを仮定しており、3相の US 、 VS 、 WS が出力される例で、相数が変わっても同じように扱える。この例では電気角で 120° 毎に位相がずれている。そこで、図1のコントローラ1内の波形解析器11で、この図5に示すように回転角度を電気角度で 60° 毎に区間分けして、位置番号を例えば1~6と付ける。この番号をコントローラ1内の表示器12で表示する。この表示は、例えばコントローラの設定、あるいは外部からの入力端子 $Pchk$ の入力信号が入ったときにチェックモードに設定できるようにし、このチェックモードにしたとき表示できるようにすればよい。

【0011】信号 S_{mg} が正常な場合、図5に示したように正転方向にモータ軸を回転させれば $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow \dots$ 6と順番に表示し、逆に回転すれば $6 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow \dots$ 1と順番に表示する。ここで、例えば図6に示したように V 相信号 VS が断線した場合（図6の信号 VS の黒網部は正常時に出力されるべき信号が断線により出力されなことを示す）、 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 2 \rightarrow F \rightarrow 6 \rightarrow 1$ となり、異常が判定できる。ここで、 F はあり得ない信号ボタン全信号 H_i 、 L_o の場合の表示とする。

【0012】また、図7のように V 相信号 VS の極性を逆接続した場合、 $F \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow F \rightarrow 6$ と表示し、異常検知できる。さらに図8に示したように VS 、 WS が入れ替えられて誤接続された場合、正転方向に回転した場合、 $3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 4$ と正常時と逆に数字が変化するため、異常検知できる。従来は、信号線が断線した場合は断線検出回路にて異常検知できるが、図7、図8のように断線していない場合従来の断線検出回路では検出できなかった。本実施例によれば図7、図8のように断線していない信号異常であっても異常検知できる点が従来と大きく異なる。上記位置番号は $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow \dots$ 6と順番に表示したり、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$ と表示したりすれば、通常使用する番号順に表示が流れるので異

常が発見しやすい。

【0013】前述の実施例はモータの回転を人の手などで行う場合の例を示したが、以下のような方法を用いるとモータの駆動により自動的に検知できる。3相のモータの駆動回路は図9に示した回路が良く使われる。この回路でそれぞれのゲート信号を S_u 、 S_v 、 S_w 、 S_x 、 S_y 、 S_z とし、アクティブ HI （ハイレベルでオン信号）とすると、図10のようにゲート信号を与える。ここで例えば S_u の添え字 u は u 相を意味する。その他 v 、 w 、 x 、 y 、 z も同様である。図10は故障判定入力端子 $Pchk$ からの信号が入力されると判定開始し、故障判定出力端子 Pok で故障か、正常かを出力する例である。故障判定出力端子 Pok からの出力信号は、異常表示信号や外部への異常警報信号などとして使用することができ、自動化する際に有利である。

【0014】モータの巻線と磁極位置番号との関係を図11に示す。磁極位置は図5の US 、 VS 、 WS の信号状態に対応してモータの実際の回転角が6つの領域に区分けされる。図11の U 相巻線と V 相巻線の間にある領域から時計回りに①~⑥と番号を付けた場合を示す。この番号①~⑥は図5乃至図8、図10などに US 、 VS 、 WS の信号状態に対応して付けられた位置番号とは異なり、実際の回転位置領域に対応する番号である。なおこの図は電気角で示してあり、2極のモータであれば機械角で 360 度、4極のモータであれば機械角で 180 度を示している。位置番号1が①に対応する。従ってこの位置番号1~6と実際の回転位置領域に対応する番号①~⑥の番号が常に一致すれば磁極位置信号は正常であると判断される。

【0015】図11において、モータの停止位置が①の付近にあり、 $Pchk$ が入力されたときのタイムチャートが図10である。 $Pchk$ の入力信号は外部端子などから異常診断を実行したいときの任意のタイミングで入力できる。 $Pchk$ が入力され、図10のようなゲート信号 (S_u , S_v , $S_z=on$, S_x , S_y , $S_w=off$) を出力すると、 w 相の逆方向に電圧ベクトルが出力されるため、磁石の吸引で、①のほぼ中心位置に回転して、停止する。この静止をタイマーなどで見計らって、磁極位置信号を入力し、位置番号をチェックする。ここで、①と異なる場合は異常で、正常であれば、次のゲート信号 (S_x , S_v , $S_z=on$, S_u , S_y , $S_w=off$) を出力すると、②の中心位置に吸引、回転して停止する。そして、位置チェックする。これを繰り返して、全ての位置を確認することで、コントローラ1の波形解析器11が異常を自動判定する。即ちコントローラは自身が出力した電圧ベクトルに対して正常時に在るべき実際の回転位置領域の番号①~⑥は分かっているから、この番号①~⑥が磁極位置検出器からの信号によって区分けされる位置番号1~6と合致するかどうかをみれば正常、異常が判断できる。なお、番号1~6や①~⑥などは便宜上付けたものであり、これ以外の符号であってもよい。あるいは符号を付けなくても、要は実

際の回転位置と磁極位置検出器からの信号で分けられる領域の一致状態が判断できるものであればよい。

【0016】図10は電気角360度しか行っていないが、機械角360度1回転以上検出しても良い。この例は各相を直流励磁し回転が静止した状態でチェックする方式だが、これを短時間で切り替えることで低周波駆動となり、判定時間を短くできる。

【0017】本発明の他の実施例を図3に示す。本実施例は永久磁石モータの減磁を故障判定することである。永久磁石形同期モータの図3のコントローラ1は一般的な永久磁石モータの制御ブロック図である。永久磁石形同期モータMに取り付けられた、磁極位置検出器Mgの出力から速度を検出して（速度検出器は図示省略）指令と突き合わせ、速度調節器13でPI演算（比例積分演算）することで指令電圧Vを演算する。さらに高度な制御では速度調節器13の出力を電流制御器に入力して最終的に指令電圧Vを演算して電力変換器14に出力する。

【0018】本発明のもっとも簡単な実現法はモータの出力軸をオープンにして、無負荷でモータを回転させ、この時の電圧Vを表示器12で表示し、これを判定値と比較することで減磁判定できる。これは、永久磁石モータの電圧方程式が

$$V = R I + E \quad \dots (1)$$

$$E = k N \quad \dots (2)$$

で、トルク式が

$$\tau = k_e I \quad \dots (3)$$

より、説明できる。ただし、Rはモータの電機子抵抗、Vはモータ端子電圧、Iは巻線電流、Eは誘起電圧、Nは回転数、kは誘起電圧係数、 τ はトルク、 k_e はトルク定数であり、モータの回転数はある所定の回転数である。

【0019】ここで、無負荷で回転することを考えると $\tau \approx 0 \approx I$

となり、(1)式は

$$V \approx E \quad \dots (5)$$

となる。つまり、無負荷の時の電圧Vと誘起電圧Eがほぼ等しくなるため、回転数と電圧Vの関係を調べれば、誘起電圧係数がわかり、これよりモータが減磁しているかわかる。回転数はある設定された所定の回転数に固定してこのときの電圧Vの大きさが所定の範囲に入っているかをチェックしても良いし、任意の回転数に対応する電圧Vが所定の範囲に入っているかをチェックするようにしても良い。回転数を固定してチェックすれば電圧V

のみチェックすればよいのでチェックが簡単である。任意の回転数においてチェックできるようにした場合は、回転数の制約がなくチェックできるメリットがある。

【0020】この電圧Vの表示は、例えばコントローラ1の設定、あるいは外部からの入力端子Pchkの入力信号が入ったときにチェックモードに設定できるようにし、このチェックモードにしたとき表示できるようにすればよい。また、端子入力Pchkで異常判定を開始し、図3に示すようにコントローラ1内で判定比較器15で、判定値と比較して、正常、異常を表示器12、もしくは端子出力Eokで出力しても良い。このように本発明によれば、図4のように外部駆動用のモータも不要で、負荷軸をはずすだけで判定できるので、短時間で容易に減磁しているかどうかを判定できる。このため、一般ユーザでも簡単に行える。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば故障判定用に測定器を準備しなくても良く、磁極位置信号の異常チェックを簡単にでき、また減磁の有無を簡単に確認できる。またコントローラ1と組み合わせたまま故障判定ができるので、短時間での判定ができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の回路ブロック図である。

【図2】従来例の構成例1である。

【図3】本発明の実施例2の回路ブロック図である。

【図4】従来例の構成例2である。

【図5】磁極位置信号を説明する図。

【図6】磁極位置信号が断線した場合の説明図。

【図7】磁極位置信号が1相逆説属された場合の説明図。

【図8】磁極位置信号の2相が入れ替わった場合の説明図。

【図9】本発明が適用されるモータ駆動回路。

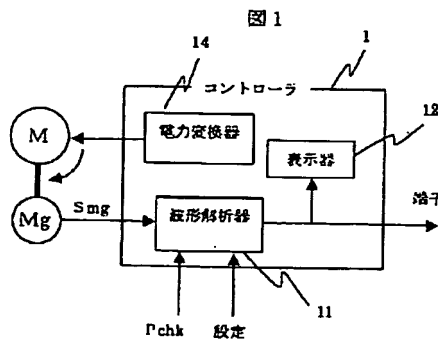
【図10】本発明による、直流励磁して自動検出する実施例の説明図。

【図11】磁極位置信号の位置関係を説明する図。

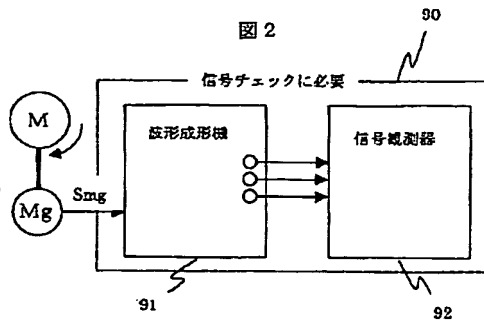
【符号の説明】

1…コントローラ、12…表示器、13…速度調節器、14…電力変換器、90…信号チェックに必要な部分、91…波形成形回路、92…波形観測器、M…モータ、M2…外部駆動用モータ、Mg…磁極位置検出器、Smg…磁極位置信号、Pok…磁極位置信号判定端子出力、Eok…減磁判定端子出力、Pchk…故障判定開始入力信号。

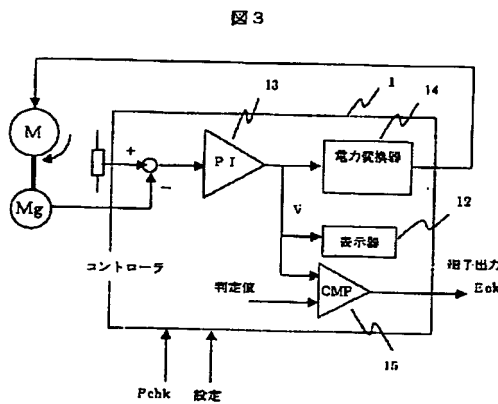
【図1】



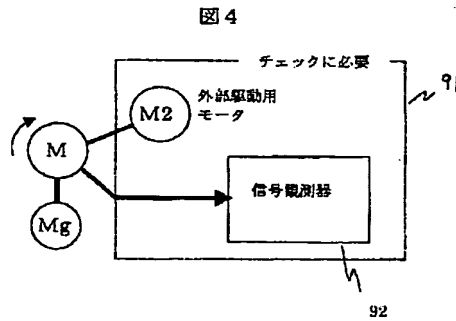
【図2】



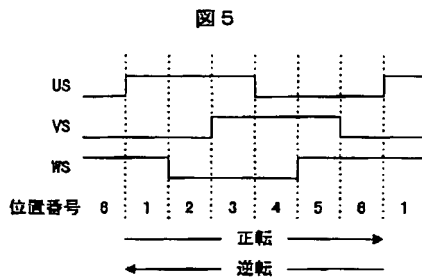
【図3】



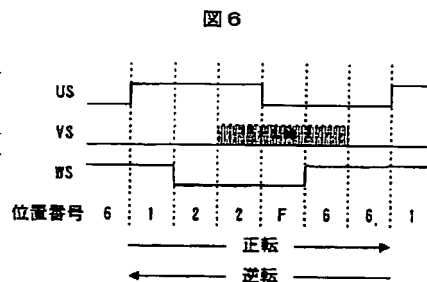
【図4】



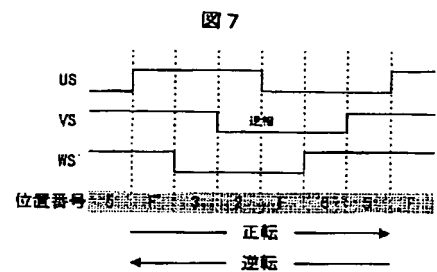
【図5】



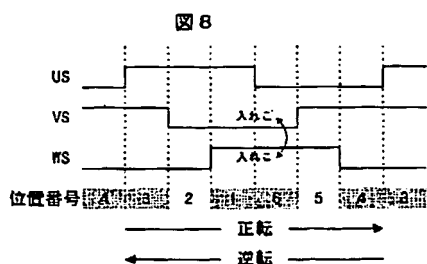
【図6】



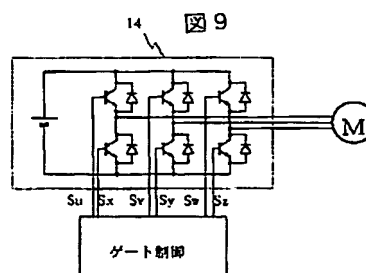
【図7】



【図8】

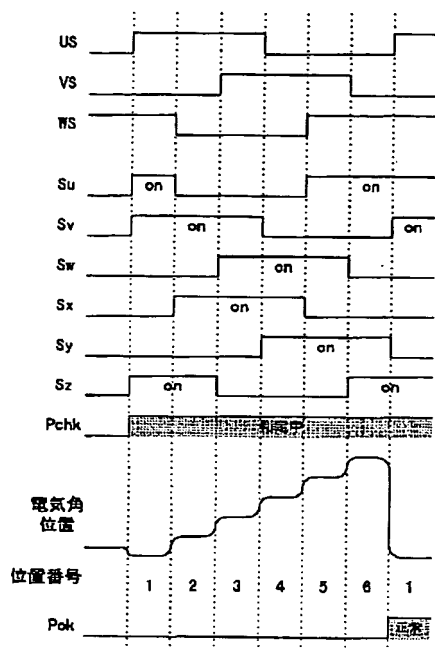


【図9】

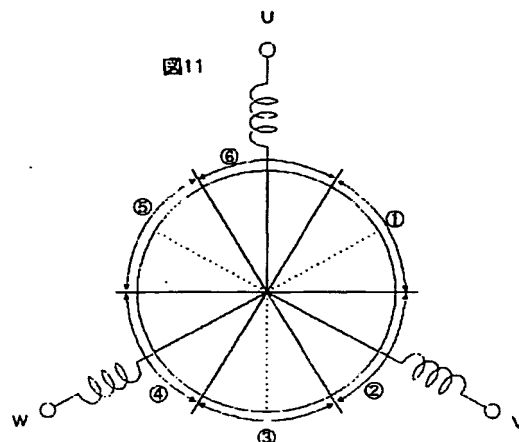


【図10】

図10



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 堀川 仁志

千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号

株式会社日立製作所産業機器グループ内

(72)発明者 高田 英人

千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号

株式会社日立製作所産業機器グループ内

Fターム(参考) 5H019 AA09 AA10 BB01 BB02

5H560 BB04 BB07 BB12 DA07 DA19

DB12 DB20 JJ18 XA04